

水利工程中水闸自动化监控技术应用

朱朝明 李照民

德州黄河河务局齐河黄河河务局 山东 德州 251100

摘要：本文围绕水闸自动化监控技术展开。先阐述其构成，由数据采集、传输、处理和执行四个方面协同实现全流程自动化监控管理。接着介绍具体应用，涵盖水位与流量、闸门运行、设备状态监控。随后指出应用中存在设备稳定性差、数据整合能力弱、维护管理水平低等问题。最后针对这些问题提出解决措施，包括提升设备稳定性、加强数据整合与共享、提升维护管理水平，以保障水闸自动化监控系统可靠运行，推动水闸运行管理智能化、高效化。

关键词：水利工程；水闸；自动化监控技术；运行监测；远程控制

引言：水闸作为水利工程的关键设施，在防洪、灌溉、供水等方面发挥着重要作用。随着科技发展，水闸自动化监控技术应运而生，它集数据采集、传输、处理和执行等模块于一体，实现了对水闸运行的自动化监控管理。该技术在水位与流量、闸门运行、设备状态监控等方面得到广泛应用，极大提升了水闸运行管理的智能化水平。然而，在实际应用中，水闸自动化监控技术也面临着设备稳定性不足、数据整合能力欠缺、维护管理水平有待提升等问题，这些问题制约了技术的进一步发展与应用，亟待研究解决。

1 水闸自动化监控技术的构成

水闸自动化监控技术集多种技术于一体，由数据采集、传输、处理和执行四大模块构成，协同实现对水闸运行全流程自动化监控管理。（1）数据采集模块是系统基础，核心是捕捉水闸运行关键参数，为后续处理与决策提供原始数据。它由各类传感器组成，像水位、流量、闸门开度、压力、温度传感器等，分别监测上下游水位、过闸流量、闸门开启高度、结构受力及周边环境温度等。传感器选型要结合运行环境与监测需求，确保数据精度与稳定性，适应复杂水文气象条件，避免数据失真。（2）数据传输模块连接采集与处理环节，负责快速准确传输原始数据。依据水闸地理位置、监测范围和传输需求，有有线与无线两种传输方式。有线如光纤、电缆传输，速度快、抗干扰强、数据稳定，适用于近且环境稳定场景；无线如 GPRS、4G、5G、物联网等，部署灵活、无需布线、成本低，适合偏远布线困难场景。实际中可单一或混合使用，保障数据及时可靠传输。（3）数据处理模块是核心处理单元，对原始数据筛选、整理、分析、存储，转化为有效信息供控制执行模块决策。通过内置算法实时分析水位等参数，判断运行

状态，异常时发出预警。同时存储历史数据，形成完整运行数据库，为维护保养提供数据支撑。（4）控制执行模块是执行单元，依据数据处理模块指令，控制闸门启闭及相关设备运行。由控制器和执行机构（如闸门启闭机）组成，实现闸门精准启闭，调节流量与水位。此外，它还具备手动控制功能，自动化系统故障时，工作人员可手动操作保障水闸连续运行^[1]。

2 水闸自动化监控技术的具体应用

2.1 水位与流量监控

水位与流量是水闸运行过程中的核心监测参数，直接关系到水闸的运行安全和调控效果，自动化监控技术在水位与流量监控中的应用，实现了参数的实时监测、精准分析和动态反馈。（1）水位传感器安装在水闸上下游指定位置，实时采集水位数据，通过数据传输模块传输至数据处理模块，数据处理模块对水位数据进行分析，判断水位是否处于正常运行范围，若水位超过预警阈值，系统自动发出预警信号，提醒工作人员及时采取调控措施。（2）流量监控则通过流量传感器捕捉过闸流量数据，结合水位数据和闸门开度数据，通过数据分析算法计算出实时过闸流量，实现对流量的精准监测。同时，系统可根据预设的流量控制目标，自动调节闸门开度，使过闸流量保持在合理范围内，满足灌溉、供水、排涝等不同用水需求。与传统人工监测相比，自动化监控技术不仅提升了水位与流量监测的精度和效率，还避免了人工监测过程中的人为误差，确保监测数据的真实性和可靠性^[2]。

2.2 闸门运行监控

闸门作为水闸核心构件，其运行状态对水闸整体效能影响重大。自动化监控技术的应用，实现了对闸门运行全流程的实时精准管控。（1）闸门开度传感器被安装

在闸门启闭机上,能够实时采集闸门开启高度数据,并迅速传输至数据处理模块。工作人员借助监控终端,可随时查看闸门开度,清晰掌握其运行状态。(2)在闸门启闭控制环节,工作人员通过监控终端下达启闭指令,控制执行模块随即自动完成闸门的启闭操作,精准调节闸门开度。同时,系统会对闸门运行的速度、力度等关键参数进行实时监测。一旦检测到异常情况,如启闭卡顿、受力不均等,系统会立即自动停止闸门运行,并发出预警信号,有效避免闸门损坏。(3)自动化监控系统具备数据记录功能,可详细记录闸门的启闭时间、开度变化等信息,形成完整的闸门运行日志。这些数据为闸门的维护保养提供了有力依据,有助于提前发现潜在问题,保障闸门长期稳定运行。

2.3 设备状态监控

水闸运行依赖多种电气与机械设备,像启闭机、电机、变压器、控制柜等,它们的正常运转是水闸自动化监控系统稳定运行的基石。自动化监控技术能对各类设备状态展开实时监控,及时察觉故障并预警。(1)具体而言,在各类设备上安装温度、压力、电流、电压等传感器,可实时采集设备运行参数。例如电机的温度、运行电流与电压,启闭机的运行压力等。这些数据传输至数据处理模块后,系统会对其进行分析,以此判断设备运行状态是否正常。(2)一旦设备运行参数出现异常,如电机温度过高、电流过大等情况,系统会立即自动发出故障预警信号,同时精准显示故障位置与类型。这为工作人员快速排查故障、开展维修工作提供了极大便利,有助于在最短时间内消除故障隐患,降低设备故障对水闸运行造成的不良影响。而且,通过及时发现并处理故障,还能延长设备的使用寿命,保障水闸长期稳定、高效运行。

3 水闸自动化监控技术应用中的问题

3.1 设备稳定性不足

水闸多处于户外复杂环境,长期面临雨水、潮湿、高温、低温、风沙等自然因素侵袭,这极大影响了自动化监控设备的稳定性。(1)传感器作为数据采集前端,长期使用后易出现老化、损坏现象,灵敏度也会下降,使得采集的数据精度降低,严重时甚至无法正常采集数据,为后续分析处理带来困难。(2)数据传输设备同样受环境干扰,信号中断、数据丢失等情况时有发生,严重影响监控系统对水闸运行状态的实时掌握。(3)控制执行设备在恶劣环境下,机械故障与电气故障频发,导致闸门启闭控制失灵,威胁水闸安全运行。这些设备稳定性问题若不解决,将制约水闸自动化监控技术的有效

应用。

3.2 数据整合能力欠缺

部分水闸自动化监控系统因由不同厂家设计建设,存在数据整合能力不足的问题。(1)由于各系统技术标准与数据格式不统一,不同模块间的数据难以兼容整合。水位监测、闸门控制、设备状态监测等模块的数据分散存储于不同数据库,无法实现共享与协同分析。(2)工作人员为获取完整水闸运行数据,需在不同监控终端间频繁切换操作,这不仅增加了工作复杂度,还大幅降低了管理效率。同时,数据无法有效整合利用,使得自动化监控技术具备的实时全面监控、精准决策支持等优势难以充分发挥。这严重制约了水闸运行管理智能化、科学化水平的提升,不利于及时发现和解决水闸运行中的潜在问题。

3.3 维护管理水平有待提升

水闸自动化监控技术属集成化技术,对维护管理人员专业素质要求严苛,需掌握自动化、传感器、通信技术及水利工程知识。(1)部分水闸维护管理人员专业能力欠缺,对自动化监控系统的工作原理、操作流程及故障排查方法一知半解,系统运行出现问题时难以迅速有效处理,影响故障解决时效。(2)部分水闸维护管理制度不完善,对监控设备的日常维护与定期检修工作落实不力。日常维护的疏忽、定期检修的缺失,使得设备长期处于“带病”运行状态,故障频发,进而严重影响监控系统的稳定运行,降低水闸自动化监控的效能,无法充分发挥其在水闸运行管理中的重要作用^[3]。

4 水闸自动化监控技术应用问题的解决措施

4.1 提升设备稳定性

水闸自动化监控设备运行的稳定性直接关乎整个监控系统的效能与水闸的安全运行,需从设备选型、维护校准以及安装等关键环节进行精细管理。(1)在设备选型方面,要深度考量水闸所处的复杂运行环境,精心挑选具备抗干扰、抗老化、防水、防尘、耐高低温等卓越性能的监控设备。例如,针对户外易受风雨侵蚀的情况,选用防护等级高的传感器与数据传输设备,从源头上降低自然因素对设备的干扰,确保设备在恶劣环境下仍能稳定采集和传输数据。(2)设备维护校准工作也不容忽视。应制定科学合理的定期检查计划,全面查看传感器灵敏度、数据传输设备信号稳定性以及控制执行设备运行状态等。一旦发现老化、损坏部件,及时进行更换,保证设备始终处于最佳运行状态。(3)设备安装环节同样关键。安装过程中要采取切实有效的防护措施,对电气设备进行严格密封处理,防止水分、灰尘等侵入

造成短路等故障；对传感器做好防腐处理，避免其因化学腐蚀影响性能，进而全面提升水闸自动化监控设备的稳定性，为监控系统可靠运行提供坚实保障。

4.2 加强数据整合与共享

在水系统的实际应用中，强化数据整合与共享是提升管理效能的关键举措。（1）统一技术标准与数据格式是基础前提。不同模块和系统因标准差异，数据流通受阻，统一标准可消除这种阻碍，实现数据在系统内的有效交互，为后续的数据处理和分析奠定坚实基础。（2）搭建统一数据管理平台十分必要。将水位、流量、闸门控制、设备状态监测等各模块数据集中存储于同一数据库，便于统一管理。同时，可开展协同分析，深度挖掘数据潜在价值，为水闸运行决策提供科学、精准依据。（3）采用标准化数据接口不可或缺。它能保障不同厂家生产的设备实现兼容对接，达成数据互联，确保数据在设备间顺畅传输。（4）开发一体化监控终端意义重大。工作人员通过一个终端即可全面掌握水闸运行状况，无需在多个系统间切换，可大幅提升管理效率，充分发挥自动化监控技术优势，推动水闸运行管理向智能化、高效化发展^[4]。

4.3 提升维护管理水平

提升水闸自动化监控系统的维护管理水平，需从多个重要维度协同推进。（1）强化人员培训是筑牢维护管理根基的关键一步。定期组织维护管理人员参与系统培训，内容涵盖自动化监控技术、传感器原理、通信技术以及水利工程专业知识等。通过理论与实践相结合的培训模式，让工作人员深入掌握监控系统的工作原理、规范操作流程以及高效的故障排查与修复方法，使其在面对系统运行中的突发问题时，能够迅速响应并妥善处理，保障系统的稳定运行。（2）完善制度建设是提升维护管理水平的核心保障。构建全面且细致的维护管理制度，清晰界定各岗位的责任分工，制定科学合理的设备

日常维护与定期检修计划及标准。要求维护人员严格按照制度要求，定期对监控设备进行全面检查与维护，并做好详细记录，以便及时发现潜在故障并加以处理，防止问题恶化影响系统整体运行。（3）引入专业团队是确保维护管理质量的有力支撑。针对复杂棘手的系统故障，及时引入专业维护管理团队进行排查与维修。专业团队凭借其丰富经验和先进技术，能够快速精准定位问题并提供有效解决方案，提升维护管理的专业性与效率^[5]。

结束语

水闸自动化监控技术作为水利工程现代化的关键支撑，在构成上通过四个方面协同实现全流程自动化管理，在应用中于水位流量、闸门运行、设备状态监控等方面成效显著。然而，设备稳定性不足、数据整合能力欠缺、维护管理水平有待提升等问题，制约着其进一步发展。针对这些问题，通过提升设备稳定性、加强数据整合与共享、提升维护管理水平等解决措施，能有效应对挑战。未来，随着技术的持续创新与完善，水闸自动化监控技术将更加成熟可靠，为水闸的安全稳定运行和水利工程的智能化管理提供更为坚实的保障，推动水利行业高质量发展。

参考文献

- [1]李大可,王琪,李玉超,等.长距离输水管道自动化监控系统的设计与研究[J].水利水电技术(中英文),2024,55(S01):324-329.
- [2]张振.水利工程机电设备质量管理及自动化监控技术[J].机电产品开发与创新,2022(5):194-196.
- [3]刘萍.水利工程机电设备自动化监控技术及其应用研究[J].水电水利,2024(2):162-164.
- [4]郭少杰.水利工程机电设备自动化监控技术及其应用研究[J].中国高新科技,2023(9):153-154.
- [5]侯万平.机械自动化在水利灌溉工程生产中的应用[J].农业机械,2025,(01):89-91.